ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität.

XX. Über die Ablagerung von kohlensaurem Kalk im Stamme dicotyler Holzgewächse.

Von Dr. **Hans Molisch.**

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. Mai 1881.)

Vor ungefähr zwei Jahren machte ich die Beobachtung, dass die meisten Gefässe im Holze von *Anona laevigata* Martius mit krystallinischem CO_3Ca erfüllt sind. [1] Diese Thatsache erregte, abgesehen davon, dass mineralische Ablagerungen in den Gefässen höchst selten sind [2], hauptsächlich desshalb meine Aufmerksamkeit, weil gerade CO_3Ca hier vorkam, der ja bislang noch nie weder in den Gefässen noch in einem anderen Elementarorgane des Holzes aufgefunden worden war.

Die anatomischen Studien, denen ich in der letzten Zeit oblag, lieferten mir jedoch den Beweis, dass die Anhäufung von CO_3Ca im Holze dicotyler Bäume gar keine seltene, geschweige denn auf das Anonaholz beschränkte Erscheinung sei.

Merkwürdigerweise wird aber das Kalksalz nur im Kernholze oder an solchen Stellen des Splints abgesetzt, wo die Holzelemente ähnliche chemische und physicalische Eigenschaften erkennen lassen, wie sie dem typischen Kernholze zukommen. Da wo eine Verfärbung im Holzkörper wahrzunehmen ist, da wo ein Astknoten im Laufe der Zeit durch Überwallung im Splinte ein-

---

[1] Vergl. meine Abhandlung: Vergl. Anatomie des Holzes der Ebenaceen etc. Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. I. Abth., Jahrg. 1879.

[2] Mir ist nur der eine, nämlich der von J. Moeller beobachtete Fall bekannt, wornach die Gefässe des Holzes von *Sideroxylon cinereum*, Lam. in den Thyllen grosse Kalkoxalatkrystalle führen.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrur

geschlossen und braun geworden ist, und endlich da, wo sich verfärbtes Wundholz — mag die Ursache welche auch immer sein — gebildet hat, findet sich in vielen Fällen CO_3Ca mitunter in geradezu auffallender Menge vor.

In den Gefässen und Tracheiden lässt sich der CO_3Ca, da er hauptsächlich in diesen abgesetzt wird, am leichtesten nachweisen; mit einiger Mühe kann man sich jedoch überzeugen, dass auch von den anderen Elementen, von den Libriformfasern, Parenchym- und Markstrahlzellen stets einzelne CO_3Ca führen, ja manchmal trifft man im Holze Gewebepartien an, wo Zelle für Zelle mit dem genannten Kalksalze erfüllt ist.

Nicht minder häufig als im Holze stösst man auf Ablagerungen von CO_3Ca im Marke und es ist höchst interessant, dass dieselben mit der Entstehung des Kernholzes in inniger Beziehung stehen. In Ulmenstämmen z. B., die noch kein Kernholz gebildet haben, sucht man vergebens nach CO_3Ca; kaum hat jedoch die Kernholzbildung begonnen, so tritt nicht nur in diesem, sondern auch im Marke der Kalk in grösserer Menge auf. Im Laufe der Zeit wird die Ablagerung eine immer reichlichere und kann bei manchen Bäumen (Ulme, Ahorn etc.) einen so hohen Grad erreichen, dass die Schneide des Scalpells sofort ausbricht, sobald man versucht, das spröd gewordene, fast steinharte Markgewebe zu schneiden.

Um in die aufgefundenen Thatsachen, deren Gegenstand die vorliegende Arbeit ist, eine klare und leichte Übersicht zu bringen, dürfte es sich empfehlen, dieselben in folgender Reihenfolge zu betrachten:

1. Ablagerung von CO_3Ca im Kernholz.
2. „ „ „ im verfärbten Wundholz.
3. „ „ „ im Marke.
4. „ „ „ in verfärbten Astknoten.

Über die Ablagerung von CO_3Ca im Kernholze.

Ulmus campestris.

Eine Stammscheibe, deren Kernholz sich auf 11 Jahresringe erstreckte, liess in demselben mit der Loupe zahlreiche schneeweisse Punkte erkennen, welche sich gegen die Markkrone zu

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

so häuften, dass dieselbe an manchen Stellen eine graue oder weisse Farbe annahm. Schon das Loupenbild drängt dem Beobachter die Vermuthung auf, dass es die Gefässe sind, welche mit einer weissen Masse erfüllt erscheinen und diese Vermuthung wird bei der mikroskopischen Betrachtung zur Gewissheit.

Durchmustert man einen möglichst feinen Querschnitt, so findet man viele Gefässe und Tracheiden erfüllt von einem grauweissen, zerbröckelten Körper, der im polarisirten Lichte sich als doppelbrechend erweist, und mitunter, wenn die einzelnen Partikelchen ziemlich dünn sind, bei gekreuzten Nikols unter lebhaftem Farbenspiel aufleuchtet.

Bei Behandlung mit Essigsäure oder Salzsäure löst sich der Körper unter Entwicklung eines lebhaften Blasenstromes auf; da Schwefelsäure die Masse und zwar unter Bildung von zahlreichen Gypsnadeln ebenfalls in Lösung bringt, so kann es nach dem Gesagten keinem Zweifel unterliegen, dass der die Gefässe und Tracheiden erfüllende Körper aus krystallinischem kohlensaurem Kalk besteht.[1]

Von vornherein war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass neben dem CO_3Ca auch oxalsaurer Kalk in den Gefässen und Tracheiden vorhanden sei. Es wurde daher nach Zusatz von Essigsäure die Auflösung bei mikroskopischer Betrachtung Schritt für Schritt verfolgt und bei mehrmaliger Wiederholung des Versuches liess sich auf das bestimmteste erkennen, dass sich die Kalkmasse unter beständiger Entwicklung von Gasblasen total auflöste. Wäre auch oxalsaurer Kalk in den Gefässen abgesetzt worden, so hätte derselbe bei alleiniger Behandlung mit Essigsäure, da er in letzterer unlöslich ist, zurückbleiben müssen.

Auch der Gedanke, es könnte unser Kalksalz in einer organischen Grundmasse eingelagert sein, etwa so wie bei den Cystolithen, muss zurückgewiesen werden, da eben nach Einwirkung einer schwachen Säure nichts zurückbleibt.

Noch bei weitem besser als auf Querschnitten lässt sich die Anhäufung von CO_3Ca in den Gefässen auf Längschnitten ver-

---

[1] In den Gefässen von *Anona laevigata* und *Acer pseudoplatanus* bemerkt man an Trümmern desselben bisweilen eine concentrische Schichtung und eine strahlige Structur, Fig. 9 und 10.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

folgen. Wie die letzteren lehren, erfüllt der CO_3Ca auf weite Strecken hin die Lumina als eine zusammenhängende Masse, welche erst bei dem Eingriffe des Messers in grössere und kleinere Stücke zerberstet. Daher die eigenthümliche Erscheinung, dass man in Schnittpräparaten dort, wo keine Sprengung der Kalkmasse erfolgte, solide Cylinder findet, welche die Form der genannten Elemente aufs genaueste wiedergeben, an jenen Stellen dagegen, wo das Messer eine Zerberstung des CO_3Ca bewirkte, bemerkt man eine vielfach zerbröckelte Masse.

Da der CO_3Ca dort, wo er abgelagert ist, die Gefässe meist lückenlos ausfüllt, so ist schon von vornherein wahrscheinlich, dass auch die Thyllen, welche die Gefässe der Ulme vollständig verstopfen, mit dem genannten Kalksalze versehen sein werden. In der That kann man sich an geeigneten Präparaten davon überzeugen, dass ein grosser Theil des in den Gefässen abgesetzten Kalkes den Thyllen eingelagert und von den bräunlichen ungemein zarten Membranen derselben umkleidet ist. Behandelt man einen Schnitt, dessen Gefässe mit CO_3Ca erfüllt sind, mit verdünnter Salzsäure, so löst sich der letztere vollständig auf und die Thyllenhäute bleiben zurück.

Obgleich zweifelsohne die Tracheiden und die Gefässe diejenigen Elemente sind, in welchen die Kalkablagerung am häufigsten stattfindet, so sind sie es doch nicht ausschliesslich; denn an jenen Stellen, wo die Kalkanhäufung im Kernholze einen höheren Grad erreicht hat, sind nicht nur die Libriformfasern, sondern auch einzelne von allen anderen Elementen von CO_3Ca erfüllt.

Verascht man ein Stückchen recht kalkreichen Kernholzes und besieht die Asche desselben unter dem Mikroskope, so bemerkt man die schönsten und vollkommensten aus CO_3Ca bestehenden Abgüsse aller erfüllt gewesenen Elemente. Neben den breiten cylinderartigen Ausfüllungen der Gefässe und Tracheiden liegen die schlanken spitz zulaufenden des Libriforms; dazwischen eingestreut erscheinen einzelne oder gruppenweise kurze prismatische Formen, die Ausfüllungen der Parenchym- und Markstrahlzellen. Aber nicht nur die Form des inneren Hohlraumes einer jeden Zelle und der Gefässe, sondern auch das Relief ihrer Innenwand ist wunderschön an den in der Asche zurückbleiben-

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

den Kalkmassen ausgeprägt. Da nämlich der CO_3Ca bei den Elementen des trachealen Systems auch in dem Linsenraume und in dem Canale des Hoftüpfels abgelagert wird, so sind demgemäss die Abgüsse der Gefässe und Tracheiden an ihrer Oberfläche mit knopfähnlichen Gebilden besetzt, welche die Gestalt des Linsenraumes und des Tüpfelcanales vollkommen wiedergeben; Fig. 1 *a* — ja selbst die schraubenförmige Verdickung, welche die Innenwand der Spiralgefässe ziert, ist mit überraschender Genauigkeit der Kalkmasse eingedrückt. Fig. 2. Betrachtet man ferner die Kalkabgüsse der Markstrahl- und Parenchymzellen etwas genauer, so bemerkt man an der Oberfläche derselben den Porencanälen entsprechende zapfenartige Fortsätze, die den Kalkmassen ein Aussehen verleihen, das lebhaft an die mit Stiften versehene Walze einer Spieluhr erinnert. Fig. 3 und 4.

Wir haben bisher nur immer die Anhäufung von CO_3Ca im Lumen der einzelnen Elemente besprochen, die Frage jedoch, ob auch die Membran einen höheren Mineralgehalt aufweist als es sonst der Fall ist, wurde noch nicht berührt. Die massenhafte Ablagerung von Kalk im Lumen der Holzelemente liess vermuthen, dass auch in der Zellwand ein höherer Aschengehalt vorhanden sein werde; allein der Umstand, dass nur in den seltensten Fällen ein deutliches Skelett von den ziemlich dickwandigen Zellen in der Asche zu finden ist, zwingt zur Annahme, dass die Ablagerung von Mineralsalzen in der Membran im Allgemeinen eine mässige ist. Man sieht zwar oft in Aschenpräparaten, welche behutsam auf den Objectträger gebracht wurden, neben den Kalkabgüssen linienartig verlaufende mineralische Überreste der Membran, allein dieselben sind von solcher Feinheit, dass man daraus auf keinen auffallenden Aschengehalt der Membran wird schliessen dürfen.

Um mich zu überzeugen, ob denn diese reichliche Kalkablagerung nur ein Ausnahmsfall oder eine gewöhnliche Erscheinung sei, untersuchte ich neun andere Stämme unserer Feldulme und dabei stellte sich die bemerkenswerthe Thatsache heraus, dass der CO_3Ca im Kernholze besonders in den centralen Partien immer in einer grösseren Anzahl von Gefässen und Zellen vorhanden sei, dass dagegen jene Stämme, welche noch kein Kernholz gebildet hatten und die ich vergleichsweise auch untersuchte, keine Anhäufung von CO_3Ca erkennen liessen.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Da mich die Untersuchung anderer Ulmenarten und anderer Holzgewächse zu denselben Resultaten führte, so will ich mich nunmehr kürzer fassen und bei jeder Art nur das Wichtigste hervorheben; ferner will ich erwähnen, dass ich von jeder Holzart, welche in den Bereich der Untersuchung gezogen wurde, sowohl Schnitt- als Aschenpräparate anfertigte, da man nur durch die Betrachtung beider zu genauen und sicheren Ergebnissen gelangen kann.

Ulmus montana.

Ich untersuchte einen 23jährigen Stamm, dessen 10 innerste Jahresringe aus Kernholz bestanden; sowohl in den engen als in den breiten, thyllenerfüllten Gefässen des letzteren war CO_3Ca so häufig zu treffen, dass man in der Asche die Abgüsse von den genannten Elementen gruppenweise nebeneinander liegen sah. Als Beweis dafür, auf wie weite Strecken der Kalk in den Gefässen als zusammenhängende Masse abgelagert wird, führe ich an, dass man mitunter in Aschenpräparaten den Gefässen entsprechende Kalkabgüsse findet, welche eine Länge von 2·5 Cm. erreichen. Auch die Libriformfasern, Markstrahl- und Parenchymzellen führen wiewol weit seltener CO_3Ca, doch ist derselbe nicht immer allein vorhanden, sondern öfters mit einer braunen Masse vermengt.

Celtis orientalis.

In dem völlig einseitig entwickelten dunkelgrauen Kerne einer 40-jährigen Stammscheibe waren mit Ausnahme der Markstrahlzellen von allen Elementen einzelne voll von CO_3Ca. Verascht man ein Stückchen Celtiskernholz, so bleiben in der Asche die Kalkmassen, welche in dem Hohlraume der Gefässe und Zellen lagen, zurück und lassen ebenso, wie wir dies bei dem Ulmenholze gesehen haben, nicht nur die Form des Lumens, sondern auch einen klaren Abguss von dem Relief der Wand erkennen, so zwar, dass man da, wo an der Innenwand Vertiefungen waren, im Kalk entsprechende Erhabenheiten bemerkt und ebenso umgekehrt. Dem Splinte fehlt der CO_3Ca.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Sorbus torminalis.

Schon mit der Loupe konnte man an dem aus 15 Jahresringen bestehendem Kernholze wahrnehmen, dass zahlreiche Gefässe mit einer weissen Masse ausgefüllt sind. Es hatten jedoch nicht nur diese, sondern auch einzelne Libriformfasern in ihrem Lumen CO_3Ca angehäuft.

Pirus microcarpus.

Das untersuchte Holz bestand aus 11 Kern- und 17 Splintringen; die Gefässe der ersteren führen meist eine braune Masse, doch findet man auch nicht wenige derselben entweder zum Theil oder vollkommen verkalkt.

Das Kernholz liess auf der Spiegelfläche zahlreiche weisse Flecken erkennen, welche mit Salzsäure betupft lebhaft aufbrausten. Wie die Untersuchung ergab, entsprachen dieselben kleinen Rissen, von welchen der Kern durchsetzt war und welche in ihrem Innern so massenhaft CO_3Ca abgesetzt hatten, dass sie schon dem unbewaffneten Auge auf dem Querschnitte als weisse kurze Linien und an der Radialfläche als unregelmässige Fleckchen sichtbar wurden. Mit einiger Mühe gelingt es aus solchen Rissen ganze Plättchen herauszupräpariren, welche mit Salzsäure behandelt in einem Meere von Blasen total verschwinden. Das den Riss begrenzende Gewebe ist zu einem wahren Kalkherde geworden; Zelle für Zelle ist voll von Kalk und jede lässt in der Asche einen genauen Abguss zurück. Im Kernholze von *Pirus grandifolius* fand ich den CO_3Ca nicht.

Fagus silvatica.

Ich untersuchte einen über 100 Jahre alten Stamm, welcher in seiner Mitte schwach entwickelten, braunen, von dunklen Rändern begrenzten Kern besass. Betrachtet man die Querschnittsfläche des Letzteren mit der Loupe, so erscheinen die von CO_3Ca erfüllten Gefässe als weisse Punkte. Wie ich schon früher bei anderen Hölzern beobachtete, so war auch hier die Anhäufung von Kalk in den centralen Partien des Kernholzes eine bedeutendere und ferner eine mehr oder weniger inselartige, indem in gewissen Kernholzpartien fast jedes Gefäss CO_3Ca führte, während

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

in einer daranstossenden Partie von dem Kalksalze nichts zu finden war. Die grösste Menge des Kalkes war in den Elementen des trachealen Systems abgelagert, doch ist die Kalkmenge in den anderen Holzelementen, von welchen sich einzelne erfüllt erweisen, keine unbeträchtliche. Am seltensten trifft man den CO_3Ca in den Parenchymzellen, dagegen erscheinen in denselben häufig braune bisweilen geschichtete Harzkörner, welche, wie Wiesner gezeigt hat, aus Stärkekörnern hervorgegangen sind.[1] Die Untersuchung anderer Buchenstämme lieferte ähnliche Resultate, bei keinem konnte ich jedoch den CO_3Ca im Splintholze auffinden.

Eine reichliche Ablagerung von CO_3Ca kommt ferner vor in der schmalen Kernzone von *Acer rubrum*, *Acer illyricum*, ferner im Kerne von *Cornus sanguinea*[2] und *Zygophyllum arboreum*. Das Holz der letzteren Pflanze gewährt auch desshalb noch ein ganz besonderes Interesse, weil hier auch die Gefässe des Reifholzes in ihrem Lumen CO_3Ca angehäuft hatten; es bildet dieses Holz somit gewissermassen ein Übergangsglied von jenen Hölzern, die den CO_3Ca nur im Kernholze absetzen, zu dem Holze von *Anona laevigata*, welches merkwürdigerweise das Kalksalz auch in den Gefässen des Splints ablagert.[3]

Die mitgetheilten Thatsachen über die Ablagerung von CO_3Ca bezogen sich stets auf das normale Kernholz; das pathologische haben wir noch nicht in den Kreis unserer Betrachtung gezogen. Es möge daher hier die Bemerkung ihren Platz finden, dass auch das kranke Kernholz sich häufig durch einen auffallenden CO_3Ca Gehalt auszeichnet. Untersucht man z. B. Ahornholz (*Acer pseudoplatanus*), in welchem sich kranker Kern vorfindet, so staunt man über die auffallende Kalkmenge, die sich in den Elementen niedergeschlagen hat. Ein Stückchen solchen Kernholzes in HCl geworfen braust lebhaft auf, ein Stückchen davon verascht, hinter-

[1] Über die Entstehung des Harzes im Innern der Pflanzenzellen, Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd. LI, 1865.

[2] Sonderbarerweise kommt in den Gefässen des Kernholzes von *Cornus mas* nicht CO^3Ca sondern ein weisser, in prismatischen Stäbchen krystallisirender Inhaltskörper vor, welcher in Alkohol und Äther löslich, in Schwefelkohlenstoff und Terpentinöl jedoch unlöslich ist.

[3] H. Molisch, l. c. pag. 26.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

lässt von den Holzelementen Abgüsse von geradezu überraschender Schönheit. Fig. 6 und Fig. 7 *a*.

Die Untersuchung des pathologischen Kernholzes von *Betula alba* und *Celtis occidentalis* lieferte ganz ähnliche Resultate. Im armdicken Wurzelholze des Zürgelbaums fand ich kranken, Centimeter breiten fast schwarzen Kern vor, welcher, da beinahe alle Gefässe und viele andere Elemente voll von CO_3Ca waren, eine solche Härte aufwies, dass es unmöglich war, davon Schnitte anzufertigen.

Wenngleich wir nun auf Grund der gegebenen Beobachtungen zu dem Schlusse berechtigt sind, dass der CO_3Ca im Kernholze dicotyler Pflanzen öfters in auffallender Menge angehäuft werde, so sind wir doch weit davon entfernt zu behaupten, es sei die Ablagerung dieses Kalksalzes im Kernholze eine allgemeine Erscheinung. Wie eine genaue Untersuchung zahlreicher Kernhölzer aus den Familien der Papilionaceen, Amygdaleen, Eleagneen und Ebenaceen [1] ergab, fehlt hier der CO_3Ca und es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Gummistoffe, welche die Hölzer aller dieser Familien auszeichnen, im Holze frühzeitig erscheinen, die Elemente erfüllen und die Kalkablagerung verhindern. Wie hier das Gummi, so mag bei einer anderen Familie ein anderer Stoff die Gefässe frühzeitig verstopfen und dem CO_3Ca, der, wie wir später auseinandersetzen werden, erst später abgelagert werden kann, den Platz im vorhinein wegnehmen, ja in vielen Fällen mag vielleicht schon der Umstand die Kalkablagerung unmöglich machen, dass die Membranen zur Zeit der Kernholzbildung mit gewissen Stoffen infiltrirt werden, in Folge welcher sie für eine Kalklösung inpermeabel oder sehr wenig permeabel werden. Diese Ansicht gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn ich hinzufüge, dass ich den CO_3Ca im Kernholze der Coniferen, bei welchen der Wand und in vielen Fällen auch dem Lumen der Tracheide grosse Mengen von Harz eingelagert werden, nicht auffand.

---

[1] Dass in Ebenaceenhölzern Gummi gebildet wird, habe ich in der schon oben citirten Abhandlung gezeigt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Über die Ablagerung von CO_3Ca im verfärbten Wundholze.

Die merkwürdige Thatsache, dass der CO_3Ca in der Regel nur im Kernholze abgelagert werde, lenkte selbstverständlich bald meine Aufmerksamkeit auf jene im Splinte liegenden Stellen, welche eine Verfärbung, mithin Eigenschaften erkennen liessen, wie sie dem typischen Kernholze zukommen. Solche Stellen werden gewöhnlich gebildet von todtem Wundholze und todten braun gewordenen Astknoten. Meine Vermuthung, dass auch hier der CO_3Ca abgelagert werde, bestätigte sich vollkommen, denn jene Bäume, welche in ihrem Kernholze CO_3Ca anhäufen, thun dessgleichen im Wundholze und, wie wir später auseinandersetzen werden, auch in Astknoten. Die Anhäufung des genannten Kalksalzes stellt sich auch hier erst dann ein, nachdem in dem Gewebe eine Bräunung eingetreten ist. Ist beispielsweise ein Theil des Wundholzes verfärbt, der andere aber noch vom Ansehen des Splints, so lässt sich nur in dem ersteren der CO_3Ca nachweisen.

Fagus silvatica.

Eine höchst wahrscheinlich durch Abästung entstandene und vollkommen überwallte Wunde ergab bei der anatomischen Untersuchung folgendes:

Das primäre Wundholz bestand aus einem Parenchymgewebe, dessen kurze prismatische Zellen entweder mit einer braunen Masse oder mit CO_3Ca erfüllt sind; der letztere ist mit der braunen Masse oft innig vermengt, wesshalb die in der Asche zurückbleibenden Kalkausfüllungen der Zelllumina nicht von weisser sondern von lichtbräunlicher Farbe waren.

Das secundäre Wundholz, welches von normalem Holze in seinem Bau noch abwich, aber den parenchymatischen Grundcharakter nicht mehr besass, war noch nicht verfärbt und liess keine Anhäufung von CO_3Ca erkennen. Nicht unerwähnt will ich lassen, dass die Gefässe des secundären Wundholzes und die des benachbarten Gewebes reichlich mit Thyllen versehen waren, während dies sonst im normalen Gewebe des Stammes von mir nicht bemerkt wurde.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Celtis orientalis.

Wenn man ein Stückchen des verfärbten Wundgewebes, das ich einer fast 50-jährigen Scheibe entnahm, auf den Objectträger legte und mit Salzsäure behandelte, so fand lebhaftes Aufbrausen statt. Auch hier waren die zahlreich vorhandenen, bald dünn bald dickwandigen, oft sclerenchymatischen Parenchymzellen entweder mit brauner Masse oder mit CO_3Ca erfüllt.[1] Neben den Parenchymzellen waren auch oft ganze Gruppen von Libriformfasern vollständig ausgefüllt mit CO_3Ca, dessgleichen die im secundären Wundholze auftretenden Gefässe. Untersucht man Wundholz desselben Stammes, welches noch keine Kernfärbung angenommen, so sucht man nach dem genannten Kalksalze vergebens.

Acer negundo.

Die Untersuchung des Wundholzes, das in der Mitte einer 25-jährigen Splintscheibe lag, ergab, dass auch hier in den einzelnen Elementen, besonders aber in den Gefässen neben einem braunen harzartigen (?) Inhaltskörper CO_3Ca in grosser Menge angehäuft wurde.

In derselben Scheibe fand sich auch eine ganz kleine, kaum Centimeter grosse, verfärbte aus normalem Holzgewebe bestehende Stelle, deren Gefässe mit Kalk vollständig erfüllt waren.

Über die Ablagerung von CO_3Ca im Marke.

Ich habe schon oben bemerkt, dass der CO_3Ca nicht nur im Holze, sonde rngar nicht selten auch im Marke auftritt und ich füge hinzu, dass jene merkwürdige Beziehung zwischen Kalkanhäufung und Kernholzbildung, auf welche wir schon öfters hingewiesen haben, auch hier wieder zu Tage tritt. Die Absetzung des CO_3Ca im Marke lässt sich nämlich erst dann constatiren, wenn dasselbe von Kernholz umgeben ist, also erst zu einer Zeit, wenn die Markzellen schon gewisse Veränderungen (Verfärbung,

[1] Die in einzelnen Parenchymzellen auftretenden Ablagerungen von kleesaurem Kalk haben mit den hier geschilderten Anhäufungen von CO_3Ca nichts zu thun und kommen auch im normalen Holzgewebe vor.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrur

sehr geringe Leitungsfähigkeit für Wasser etc.) erlitten haben, wie sie auch im entstandenen Kernholze platzgreifen. Indem ich mir vorbehalte, den höchst eigenthümlichen Zusammenhang zwischen Kernholzbildung und Kalkabsetzung noch weiter unten genauer zu erörtern, will ich daran gehen, einige Beispiele für die Kalkablagerung im Marke namhaft zu machen.

Populus alba.

Zur Untersuchung diente das Mark eines etwa 40-jährigen Stammes, dessen centrale Partie aus gelbbraunem Kerne bestand, in welchem CO_3Ca in reichlicher Menge vorhanden war. Betrachtet man feine Markschnitte unter dem Mikroskope, so kann man die Kalkablagerung in allen ihren Stadien verfolgen. Die Zellwände jener Zellen, in welchen die Absetzung des Kalkes eben erst beginnt, sind bedeckt bald mehr bald weniger mit überaus kleinen stäbchenartigen, oft zugespitzten Körperchen, — Fig. 8 — welche sich im Polarisationsmikroskope als doppelbrechend erweisen und, wie die chemische Prüfung lehrt, aus CO_3Ca bestehen. Indem nun sie Zahl der besagten Kalkstäbchen im Laufe der Zeit eine immer grössere wird, rücken dieselben immer mehr aneinander, so dass die sich schliesslich berühren und einen aus CO_3Ca bestehenden Wandbeleg bilden. Dieser nimmt centripetal wachsend durch Auflagerung immer neuer Kalkmoleküle an Dicke zu, bis endlich das ganze Lumen der Markzelle mit CO_3Ca vollständig erfüllt ist. Der Umstand, dass die Absetzung des Kalkes von Aussen nach Innen also centripetal stattfindet, zwingt zur Annahme, dass der aus Kalk bestehende Wandbeleg auch dann, wenn er schon von ziemlicher Dicke ist, für die Kalklösung permeabel sein muss.

Noch bei weitem schöner als bei *Populus* lässt sich die Anhäufung von CO_3Ca in dem von verfärbtem Gewebe umrahmten Marke alter Ahornstämme beobachten. Die Kalkmenge ist hier, da Zelle für Zelle voll von CO_3Ca ist, eine so reichliche, dass man durchaus nicht übertreibt, wenn man solches Mark „versteinert" nennt. Daher auch die höchst interessante Erscheinung, dass ein Stück Markgewebe verascht, hunderte von Kalkabgüssen zurücklässt, welche die Form des Lumens auf das genaueste wiedergeben. Fig. 5. Gerade sowie beim Pappelmark, so war auch hier an einzelnen Zellen zu erkennen, dass die Kalkabsetzung centripetal

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

vor sich geht und zwar an allen Punkten der Wand ziemlich gleichmässig, so dass die an der Innenwand der Zelle entstehende und nach und nach breiter werdende Kalkschale ringsherum von ziemlich gleicher Dicke war; ich sah nur ein einzigesmal den Kalk sich einseitig absetzen. Fig. 1 *d*.

Um genauer über den im Marke vorkommenden Mineralgehalt unterrichtet zu sein, machte ich einen quantitativen Versuch. Das von pathologischem Kern umschlossene, total verkalkte Markgewebe eines 20 Cm. breiten Stammes wurde sorgfältig aus dem Stamme herauspräparirt, bei 100° C. getrocknet, gewogen und endlich verascht. Dasselbe lieferte 38·9% Rohasche.[1] Ich hatte auch Gelegenheit das Markgewebe eines verfärbten Astknoten des Ahornholzes (*Acer pseudoplatanus*) zu untersuchen; in Folge der massenhaften Kalkablagerung, die hier stattgefunden, war dasselbe fast schneeweiss und dabei von einer solchen Härte dass es unmöglich war, das „versteinerte" Gewebe zu schneiden. Leider liess die geringe Menge des Gewebes eine genaue Bestimmung des Aschengehaltes nicht zu, doch unterliegt es keinem Zweifel, dass, falls hier eine Aschenbestimmung vorgenommen worden wäre, der Percentgehalt sich noch höher herausgestellt hätte als dies oben der Fall war.

Dergleichen hohe Aschengehalte von Pflanzengeweben dürften wohl vereinzelt dastehen, hat ja doch die ob ihres Mineralgehaltes berühmte Cautorinde, deren Zellen fast vollständig verkieselt sind, bloss 30·8% Asche aufzuweisen.[2]

Es wurde schon oben (pag. 11) gelegentlich der Schilderung der Kalkablagerung im Kernholze die Frage aufgeworfen, ob in dem Falle, wenn die Lumina der Holzelemente mit CO_3Ca erfüllt sind, auch die Membranen einen höheren Aschengehalt aufweisen, als es sonst der Fall ist. Auf Grund der gemachten Beobachtungen sind wir zu dem Schlusse gekommen, dass, abgesehen von wenigen seltenen Fällen, der Mineralgehalt der Membran im Allgemeinen ein mässiger ist. Was nun diesbezüglich die Wände der Markzellen anbelangt, so scheinen diese doch einen grösseren Aschen-

---

[1] Dass dieser enorme Aschengehalt auf Rechnung des abgelagerten CO_3Ca zu setzen ist, bedarf wohl keiner näheren Begründung.

[2] Bot. Ztg. 1857 p. 283: Westindische Fragmente von Hermann Crüger.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

gehalt aufzuweisen, als die Membranen der Holzelemente; denn es lassen, wie ich mich an zahlreichen Aschenpräparaten überzeugte, mitunter nicht nur die noch leeren Markzellen deutlich erhaltene Wandskelette nach der Verbrennung zurück, sondern es erscheinen auch nicht selten die soliden Kalkabgüsse — falls man die Präparate mit der nöthigem Behutsamkeit auf den Objectträger brachte — stellenweise von den Wandgerippen umrahmt. Fig. 7 *b*, *c*, *d*.

Ich schliesse dieses Capitel mit der Erwähnung der Thatsache, dass jene Bäume, welche in ihrem Kernholze CO_3Ca in grösserer Menge ablagern, dies gewöhnlich auch im Markgewebe thun. So findet sich beispielsweise das genannte Kalksalz im Kerne und Marke von *Pirus microcarpus*, *Cornus mas*, *Celtis orientalis*, *Salix amygdalina*, *Ulmus*- und *Acer*-Arten in auffallender Menge vor.

Über die Ablagerung von CO_3Ca in verfärbten Astknoten.

Acer campestre.

In der Mitte einer 35-jährigen Splintscheibe befand sich ein mässig grosser, schwarzer Astknoten, dessen Mark von reichlich vorhandenen CO_3Ca eine weisse Farbe und einen hohen Grad von Härte angenommen hatte.

Macht man durch den Astknoten einen Querschnitt und einen ebenso grossen durch den Splint und verascht man beide am Platinblech, so staunt man über den grossen Unterschied in der Aschenmenge, welche diese zwei Schnitte liefern. Der Splintquerschnitt schrumpft nach der Verbrennung zu einer geringen Menge schneeweisser Asche zusammen, während der Astknotenquerschnitt viel schwärzliche Asche zurücklässt und in seiner Form fast vollständig erhalten bleibt. Das kommt eben daher, weil in dem letzteren fast alle Markzellen und ganze Gruppen einzelner Holzelemente mit CO_3Ca vollständig erfüllt sind.

Die Kalkabgüsse der Gefässe mit den dem Linsenraume und Canale des Hoftüpfels entsprechenden knopfähnlichen Fortsätzen, die Kalkausfüllungen der der Markkrone angehörenden Spiralgefässe und endlich die der Libriformzellen und Parenchymzellen mit ihren zapfenartigen Vorsprüngen bieten einen so zierlichen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

und charakteristischen Anblick, dass man durch die blosse Betrachtung eines solchen Aschenpräparates nicht nur errathen kann, aus welchen Elementarorganen das veraschte Gewebe bestand, sondern auch, wie dieselben verdickt waren.

Ich untersuchte zahlreiche verfärbte und nicht verfärbte Astknoten verschiedener Ahornarten, fand jedoch den CO_3Ca immer nur in den ersteren.

Fagus silvatica.

Aus einem mächtigen Buchenstamme brach ich einen verfärbten etwa 4 Cm. breiten Astknoten heraus und prüfte denselben auf CO_3Ca. In einzelnen Partien war das genannte Kalksalz in so auffallender Menge angehäuft worden, dass dieselben in Folge dessen eine weissliche Farbe annahmen und aus der dunkleren Umgebung hervorstachen. Neben den Markzellen und einzelnen Holzelementen waren es nun wieder ganz besonders die Gefässe, welche sowohl in den hier häufig vorhandenen Thyllen und zwischen denselben CO_3Ca abgesetzt hatten.

Da die Untersuchung über die Ablagerung von CO_3Ca in Astknoten eigentlich dasselbe lehrte, was schon oben über die Kalkanhäufung im Kernholze ausführlicher auseinandergesetzt wurde, so will ich, um nicht weitschweifig zu werden, einfach bemerken, dass ich den CO_3Ca in zahlreichen Astknoten des Rothbuchen-, Buchsbaum-, Ulmen- und Pappelnholzes auffand und zwar stets in einer grossen Anzahl von Holzelementen; niemals traf ich jedoch das genannte Kalksalz in solchen Astknoten, welche noch die Farbe des Splintes besassen.

Anschliessend an diese Vorkommnisse von CO_3Ca will ich noch einer Thatsache gedenken, welche beweist, dass unter eigenthümlichen Umständen sich das erwähnte Kalksalz auch in der Rinde absetzen kann.

In einem breiten Buchenstamme waren zwei Centra und zwischen beiden — im Splintholze völlig eingebettet — braunes Rindengewebe zu bemerken. Offenbar wuchsen zwei, eine sehr starke Gabel bildende Äste zusammen, so dass schliesslich die Rinden beider dort, wo sie sich berührten, von dem Holzgewebe durch Überwallung vollständig eingeschlossen wurden.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Auf der Oberfläche der beiden Rinden, zwischen welchen sich eine sehr enge Kluft gebildet hatte, lag eine dünne hauptsächlich aus CO_3Ca bestehende Kruste. Warf man davon ein Stückchen in einen Tropfen Salzsäure, so brauste dasselbe lebhaft auf und liess einen Detritus von Korkzellen und bräunlicher Masse zurück. Wiewohl in dem vom Splinte völlig umrahmten Rindengewebe der oxalsaure Kalk vorherrschend auftritt, so ist doch auch an einzelnen Stellen, welche schon durch ihre weissgraue Farbe kenntlich sind, CO_3Ca und zwar in parenchymatischen Zellen oft mit brauner organischer Masse vermengt vorhanden. Ebenso fand ich den CO_3Ca im Rindengewebe von *Betula alba*, welches gleichfalls durch das Zusammenwachsen zweier benachbarter Äste im Holzgewebe vollständig eingeschlossen wurde.

Über die vermuthliche Ursache der Ablagerung von CO_3Ca im Kernholze.

Nachdem ich die wichtigsten Thatsachen über die Ablagerung von kohlensaurem Kalke im Stamme dicotyler Holzgewächse geschildert habe, will ich es versuchen, die Frage, welche dem Leser schon öfters vorgeschwebt sein mag, zu lösen: wie kömmt es, dass der CO_3Ca in der Regel nur im Kernholze oder in solchen Gewebepartien des Holzes oder Markes, welche die Eigenschaften des Kernes angenommen haben, abgesetzt wird?

Dass thatsächlich die Kernholzbildung die primäre und die Kalkablagerung die secundäre Erscheinung sei, geht aus mehreren Thatsachen hervor, unter welchen hauptsächlich die hervorgehoben zu werden verdient, dass in der Regel zuerst die Kernholzbildung und einige Zeit darauf die Kalkabsetzung nachgewiesen werden kann. Nun könnte allerdings eingewendet werden, dass sich das Kalksalz zwar nicht im Lumen, sondern zuvörderst in der Membran anhäufe und vielleicht auf diese Weise sogar zur Kernholzbildung Veranlassung gebe, so dass schliesslich denn doch die Kalkablagerung das der Kernholzbildung Vorhergehende wäre. Allein dieser Einwand fällt, sobald man sich daran erinnert, dass der Mineralgehalt der Holzmembranen, wie wir oben gezeigt haben, in der Regel ein mässiger ist.

Dass der CO_3Ca im Kernholze und nicht im Splintholze abgesetzt wird, erkläre ich mir auf folgende Weise:

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Der in CO_2 hältigem Wasser gelöste CO_3Ca steigt sowohl im Splinte als auch im Kernholze auf, im ersteren eilt die Lösung rasch empor, im letzteren bewegt sie sich wegen der geringen Leitungsfähigkeit der Membranen für Wasser und darin gelöste Stoffe ungemein langsam und träge. Die Folge davon ist, dass die Kalklösung im Kernholze lange Zeit, wahrscheinlich Tage lang, verweilen muss. Während dieser Zeit wird die Baumtemperatur im Kernholze eine Änderung erleiden, und diese modificirt wieder den Absorbtionscoëfficienten des Wassers für Kohlensäure; steigt die Temperatur im Kernholze auch nur um weniges, etwa um 1 oder 2° C, so wird sofort Kohlensäure aus der Lösung herausdiffundiren und es muss sich, da ja die Kohlensäure den CO_3Ca in Lösung erhielt, eine der ausgehauchten Kohlensäure entsprechende Menge von dem genannten Kalksalze niederschlagen. Indem sich dieser Process öfters wiederholt, kann es schliesslich zu derartigen Kalkanhäufungen kommen, wie ich sie in dieser Abhandlung näher beschrieben habe.

Da nun das Mark-, Wundholz- und Astknotengewebe, sobald es einmal verfärbt ist, mithin in einen dem Kernholze ähnlichen Zustand getreten ist, eine sehr geringe Leitungsfähigkeit besitzt, so wird auch an diesen Orten die Kalklösung lange Zeit verweilen müssen; sobald aber die Temperatur hier eine höhere wird, entweicht Kohlensäure, wodurch ein Theil des CO_3Ca unlöslich wird und sich niederschlägt.

Im Splinte dürfte der CO_3Ca desshalb nicht abgelagert werden, weil die Kalklösung die im hohen Masse leitungsfähigen Splintmembranen rasch durcheilt und mithin schwerlich während dieser verhältnissmässig kurzen Zeit Temperaturerhöhungen erleiden wird, die aus den oben erörterten Gründen zu einer Absetzung des Kalksalzes führen müssten. Sollte sich aber doch hie und da im Splintholz CO_2Ca niederzuschlagen beginnen, so ist es höchst wahrscheinlich, dass er wieder von dem rasch nachfliessenden CO_2 hältigen Wasserstrome gelöst wird.

Nach dem Gesagten darf es nicht mehr Wunder nehmen, dass auch im Reifholze von *Zygophyllum arboreum* der CO_3Ca angetroffen wird, da ja in der Hauptsache (geringe Leitungsfähigkeit für Wasser etc.) das Reifholz schon dieselben Eigenschaften besitzt wie das Kernholz.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Wie ist aber die Thatsache zu erklären, dass die Gefässe im Splinte von *Anona laevigata* mit CO_3Ca erfüllt sind? Auf den ersten Blick scheint allerdings hier ein Widerspruch zu obwalten, allein ich bin, da ich das erwähnte Kalksalz selbst in dem letzten Jahresringe vorfand, der Meinung, dass die Kalkabsetzung im Splinte von *Anona* gar nicht in die Reihe jener Kalkablagerungen gehört, wie wir sie oben beschrieben, und glaube ferner, dass der CO_3Ca in diesem Falle ein Auswurfstoff, ein Ausscheidungsproduct des Stoffwechsels ist, etwa so wie der kleesaure Kalk in den Gefässen des Holzes von *Sideroxylon cinereum*.

Es wurde schon gelegentlich der Besprechung der Kalkablagerungen im Marke erwähnt, dass der CO_3Ca sich zuerst an der Innenwand absetzt und hier einen Beleg bildet, welcher immer dicker werdend schliesslich das Lumen erfüllt. Nachdem ich dies festgestellt hatte, suchte ich zu ermitteln, ob in den Gefässen die Kalkablagerung ebenfalls in derselben Weise beginne und fortschreite wie in den Markzellen; leider zeigten Schnittpräparate wegen der Zertrümmerung des Kalkes durch das Messer die ersten Stadien der Absetzung niemals und ich musste mich daher auf die Untersuchung von Aschenpräparaten beschränken. Da man nun in solchen (Ulmus, Celtis) gar nicht selten genaue Abgüsse von Gefässen findet, welche im Innern hohl sind, also Röhren gleichen, so dürfte es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass auch in den Gefässen die Ablagerung an der Innenwand beginnt, und gegen die Mitte des Lumens allseitig vorschreitet. An noch ziemlich dünnen Bruchstücken solcher Kalkröhren sieht man oft wunderschön die schon oben pag. 14 beschriebenen den Hoftüpfeln entsprechenden knopfähnlichen Gebilde in der Flächenansicht. Fig. 7, *e*. — Es ist eigentlich schon im vorhinein zu vermuthen, dass in den Gefässen und vielleicht auch in den anderen Elementen die Ablagerung im Lumen von Aussen nach Innen stattfinde; denn, da das Wasser im Holze hauptsächlich in der Membran und in einer dünnen Schicht an der Innenfläche der Membran aufsteigt, so ist es auch leicht begreiflich, dass sich der Kalk auch zuerst an der Innenwand niederschlägt.

Indem nun die Kalkablagerung im Laufe der Zeit immer grössere Dimensionen annimmt, dürfte höchstwahrscheinlich der Aschengehalt des Kernholzes bald grösser werden als der des

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Splintes. Leider liegen über diesen Punkt so gut wie keine Analysen vor, da man sich bei Bestimmung des Aschengehaltes der Hölzer noch nie speciell die Frage vorgelegt hatte, wie sich der Mineralgehalt des Kernholzes zu dem des Splintes verhalte. Und das Wenige, was über diesen Punkt veröffentlicht worden ist, bezieht sich leider auf solche Bäume, in deren Holz ich die Ablagerung von CO_3Ca nicht beobachtet habe, und ist der gemachten Annahme, das Kernholz sei aschenreicher, nicht günstig. So finde ich in Ebermayer's Buch (die gesammte Lehre der Waldstreu, Berlin 1876, pag. 82) folgenden Satz: „Sowohl im Stammholz, wie in der Rinde ist aber der Aschengehalt nicht in allen Theilen gleich gross, es findet eine Zunahme desselben beim Stammholze von Innen nach Aussen, bei der Rinde von aussen nach innen, also von den älteren nach den jüngeren Holzlagen statt. Desshalb bildet das Kernholz den aschenärmsten Theil des Baumes.“ Wenngleich das Gesagte ohne Zweifel für viele Bäume, z. B. für die Lärche, richtig ist, so dürfte sich doch die Sache bei jenen Bäumen, in deren Kernholz eine Kalkanhäufung stattfindet, anders verhalten; hier dürfte nicht das Kernholz, sondern das Splintholz der aschenärmste Theil des Baumes sein. In der That überzeugte ich mich durch die Aschenbestimmung des Kern- und Splintholzes von *Ulmus campestris* und *Zygophyllum arboreum* von der Richtigkeit der eben ausgesprochenen Ansicht, denn es gab das bei 100° C. getrocknete

Kernholz 2·20%, Splintholz 1·34% Asche *(Ulmus)* [1]
„ 3·65%, „ 1·21% „ *(Zygophyllum)*.

Ich habe schon oben auseinandergesetzt, dass der von den Wurzeln aufgenommene gelöste CO_3Ca im Kernholze aus physikalischen Gründen sich niederschlägt und mit der Zeit anhäuft. Die Kalkablagerungen, welche ich in dieser Arbeit beschrieben, haben daher mit der Lebensthätigkeit der Pflanze nichts zu schaffen, der CO_3Ca wanderte nicht etwa zuerst in die Assimilationsorgane, um hier in den Stoffwechsel einzugreifen, sondern

[1] Ich konnte leider wegen Mangel an altem Material die Aschenbestimmung nicht mit stärker verkalktem Kernholze vornehmen, es hätten sich wohl in diesem Falle viel grössere Differenzen zwischen den Aschenmengen des Kernes und Splintes herausgestellt.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrur

der im Kernholze angehäufte CO_3Ca wurde als solcher in gelöster Form aufgenommen und auf seiner Wanderung durch das Kernholz sofort abgesetzt. Wenn daher H. de Vries in seiner lehrreichen jüngst erschienenen Abhandlung „Über die Bedeutung der Kalkablagerungen in den Pflanzen"[1] die Ansicht entwickelt, dass der Kalk, wo er in fester Form im Pflanzenkörper abgelagert wird, als Auswurfstoff zu betrachten ist, so kann ich dem nur mit Bezug auf jene Vorkommnisse von Kalk beistimmen, welche de Vries bei der Veröffentlichung seiner Schrift bekannt waren. Denn bei den Ablagerungen, deren Gegenstand die vorliegende Arbeit ist, kann der Kalk nicht als Auswurfstoff aufgefasst werden, da ja derselbe beim Stoffwechsel gar nicht betheiligt war, und überhaupt in gar keiner Beziehung zu demselben steht; es sind einfach physikalische Ursachen, welche im Kernholze die Absetzung des CO_2Ca schon frühzeitig bedingen, bevor derselbe für die Pflanze noch irgend etwas geleistet hat.

Bevor ich daran gehe, meine Beobachtungen kurz zu präcisiren, spreche ich meinem hochgeehrten Lehrer dem Herrn Professor Dr. Julius Wiesner für die freundliche Unterstützung, welche er mir bei der Ausführung dieser Arbeit angedeihen liess, meinen tiefgefühlten Dank aus.

Ergebnisse.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Bei einer nicht geringen Anzahl von dicotylen Holzgewächsen wird im Stamme kohlensaurer Kalk abgelagert und zwar in der Regel im Kernholze oder an solchen Orten, wo die Zellen ähnliche chemische und physikalische Eigenschaften erkennen lassen, wie sie dem Kernholze zukommen. Solche Orte aber sind: 1. das vom Kernholze umschlossene Mark, 2. todtes verfärbtes Wundholz und 3. todte verfärbte Astknoten.

2. Der CO_3Ca wird im Holze hauptsächlich in den Gefässen abgesetzt, häufig findet man auch einzelne von allen anderen Holzelementen mit dem genannten Kalksalze erfüllt.

---

[1] Landwirthschaftliche Jahrbücher, herausgegeben von Dr. H. Thiel, Berlin 1881, pag. 87.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

3. Die Ausfüllung der Gefässe und Zellen ist meist eine so vollständige, dass man in der Asche gewöhnlich solide Abgüsse bemerkt, welche nicht nur die Form des Lumens, sondern auf ihrer Oberfläche auch einen genauen Abdruck von dem Relief der Wand erkennen lassen.

4. Die Ablagerung des CO_3Ca beginnt in den Markzellen und wahrscheinlich auch in den Gefässen an der Innenfläche der Wand und schreitet von hier aus gegen die Mitte des Lumens vor.

In jenen Fällen, wo 'die Gefässe und Zellen CO_3Ca führen, ist der Mineralgehalt der Membran, wenn man von den Markzellen absieht, im Allgemeinen kein auffallender.

5. Der CO_3Ca ist krystallinisch und weist mitunter eine concentrische Schichtung (Anona) und eine strahlige Structur auf (Acer).

6. Die eigenthümliche Thatsache, dass das erwähnte Kalksalz in der Regel nur in den unter (1) genannten Orten abgelagert wird und nicht im Splinte, hängt wahrscheinlich mit der sehr geringen Leitungsfähigkeit der Kernholzfaser für Wasser und darin gelöste Stoffe zusammen, welche bedingt, dass der im CO_2 hältigen Wasser gelöste CO_3Ca das Kernholz ungemein langsam durchdringt. Wenn nun in der langen Zeit, während welcher die Kalklösung im Kernholze verweilt, die Temperatur in demselben steigt, so wird sofort CO_2 aus der Lösung entweichen und es muss, da ja die im Wasser absorbirte CO_2 das Lösungsmittel des Kalkes war, sofort eine entsprechende Menge von CO_3Ca sich niederschlagen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Erklärung der Figuren.

(Vergrösserung 400.)

Aus der Asche des Kernholzes und des Markes von *Ulmus campestris.*

Fig. 1. Solider Kalkabguss von einem Gefäss; *a)* Abguss des Linsenraumes des Hoftüpfels.

„ 2. Solider Kalkabguss von einem Spiralgefäss.

„ 3. Kalkabgüsse von zusammenhängenden Markstrahlzellen.

„ 4. „ „ Markzellen mit Porenzapfen.

Aus der Asche eines verfärbten Astknotens von *Acer pseudoplatanus.*

„ 5. Solide Kalkabgüsse von Markzellen.

Aus der Asche des pathologischen Kernholzes und Markes von *Acer rubrum.*

„ 6. Solide Kalkabgüsse vom Libriform; bei *a* ein Bündel von solchen Libriformabgüssen in Verbindung mit Markstrahlzellen.

„ 7. *a* Libriformabguss mit Membranskelett; *b* Abguss einer Markzelle mit Membranskelett; *c* ein solches mit Porenzapfen; *d* ein Membranskelett einer Markzelle, welches mit CO_3Ca zur Hälfte ausgefüllt ist; *e* ein Stück des inneren Wandbelegs eines Gefässes mit deutlichem Reliefabdrucke der Gefässwand aus der Asche des Wurzelholzes vom *Celtis orientalis.*

„ 8. Querschnitt durch das Mark von *Populus alba*, den Beginn der Kalkablagerung zeigend; *a* krystallinische Kalkstäbchen noch ziemlich spärlich; in *b* schon dicht aneinander liegend; *c* Poren.

„ 9. Kalksplitter aus einem Gefäss von *Anona laevigata* mit deutlich concentrischer Schichtung.

„ 10. Querschnitt durch Wundholz von *Acer pseudoplatanus.*

a) Gefäss total erfüllt mit CO_3Ca, welcher eine strahlige Structur zeigt.

b) Markstrahlen braune harzige Masse führend.

c) Libriformfasern.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Molisch: Ablagerung von kohlensaurem Kalk im Stamme dicotyler Holzgewächse.

